

На рис. 4.4-11 приведена расчетная схема с отображением на ней меток узлов, их номеров, номеров конечных элементов, номеров типов жесткости и условным обозначением связей. Для того чтобы выполнить расчет, необходимо задать нагрузки.

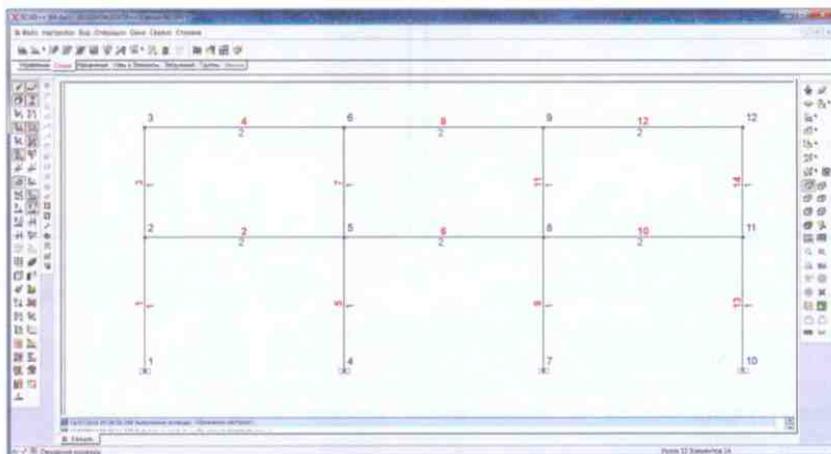


Рис. 4.4-11. Расчетная схема рамы

Задание нагрузок

Операции задания нагрузок вызываются из раздела **Загружения** инструментальной панели (рис. 4.4-12).

Эти операции обеспечивают автоматическое формирование собственного веса конструкции, задание различного вида динамических и статических нагрузок на узлы и элементы схемы, сохранение назначенных нагрузок в виде схем загрузжений или групп нагрузок.

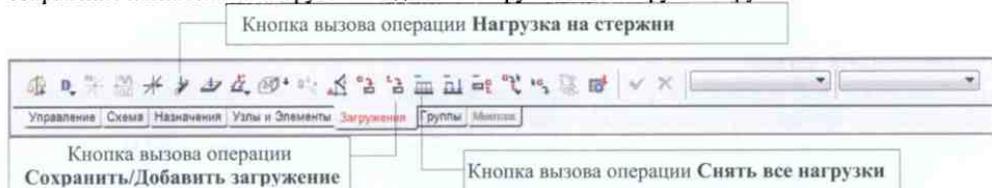


Рис. 4.4-12. Раздел **Загружения** инструментальной панели препроцессора

Зададим нагрузки на расчетную схему в виде двух загрузжений:

Загружение 1 — описывает постоянную нагрузку на перекрытиях и покрытиях и собственный вес колонн, первая из которых задается как равномерно распределенная нагрузка 4,36 Т/м на ригели, а вторая — на колонны — 0,66 Т/м. Нагрузки задаются по направлению оси Z общей системы координат;

Загружение 2 — описывает временную нагрузку с пониженным нормативным значением на ригели. Задается аналогично **загружению 1**, но с другим значением нагрузки — 3,57.



При выполнении расчета предполагается, что заданы расчетные значения нагрузок, т. е. нормативные значения умножены на коэффициент надежности по нагрузке. Таким образом, при назначении нагрузок на узлы и элементы схемы все нагрузки должны быть заранее приведены к их расчетным значениям.

Для задания этих нагрузок воспользуемся следующими кнопками инструментальной панели:



— Нагрузки на стержни;



— Снять все нагрузки;



— Сохранить/добавить загрузку.

Для ввода нагрузок необходимо выполнить следующие операции:

- нажать кнопку задания нагрузок на стержневые элементы  и задать в открывшемся (рис. 4.4-13) диалоговом окне **Задание нагрузок на стержневые элементы** вид, направление и значение первой нагрузки;
- нажать кнопку **ОК** в диалоговом окне;
- с помощью одного из курсоров выбрать на схеме элементы, которым назначается нагрузка (отмеченные элементы будут окрашены в красный цвет);
- нажать кнопку  в инструментальной панели режима **Загрузки** или клавишу **Enter** на клавиатуре;
- повторить описанные выше действия для второго вида нагрузки первого загрузки.



Обратите, пожалуйста, внимание на перечисленные выше действия. Подавляющее большинство операций с узлами и элементами расчетной схемы выполняются именно в такой последовательности. Сокращенно эту последовательность можно записать так: выбрать операцию, задать параметры, выбрать объекты на схеме, нажать кнопку **ОК в инструментальной панели, которой принадлежит выбранная операция, или клавишу **Enter** на клавиатуре.**

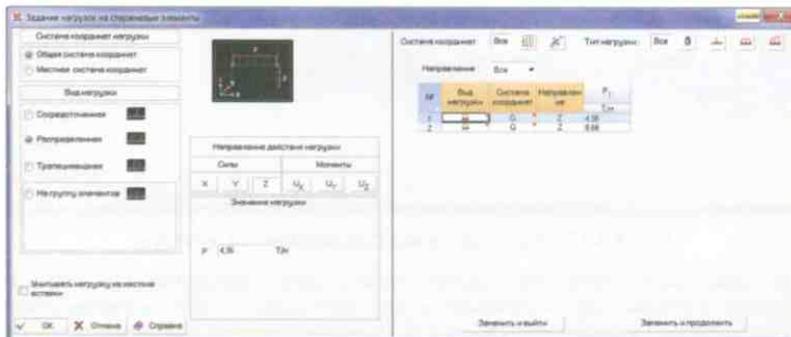


Рис. 4.4-13. Диалоговое окно
Задание нагрузок на стержневые элементы

Если активировать фильтр отображения распределенных нагрузок , то введенные нагрузки будут показаны на расчетной схеме. При включенном фильтре визуализации значений нагрузки  рядом с нагрузкой будет показано ее значение. Расчетная схема с отображением заданных нагрузок показана на рис. 4.4-14.

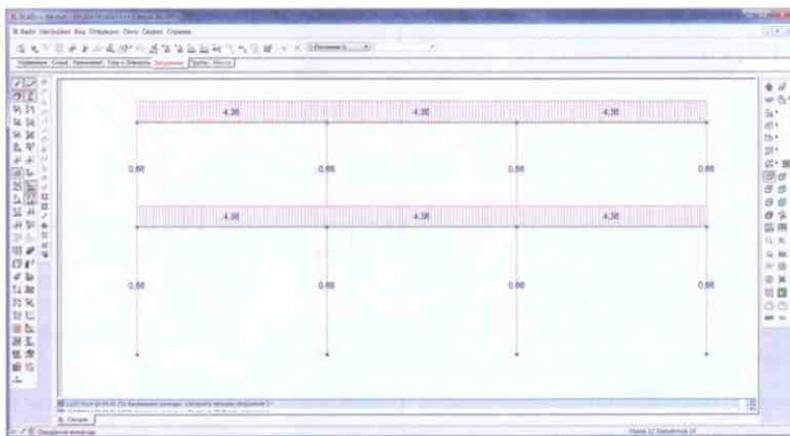


Рис. 4.4-14. Расчетная схема с отображением нагрузок

Для записи загрузки следует нажать кнопку **Сохранить/добавить загрузку** —  в инструментальной панели, после чего на экране появится диалоговое окно **Сохранение загрузки** (рис. 4.4-15).

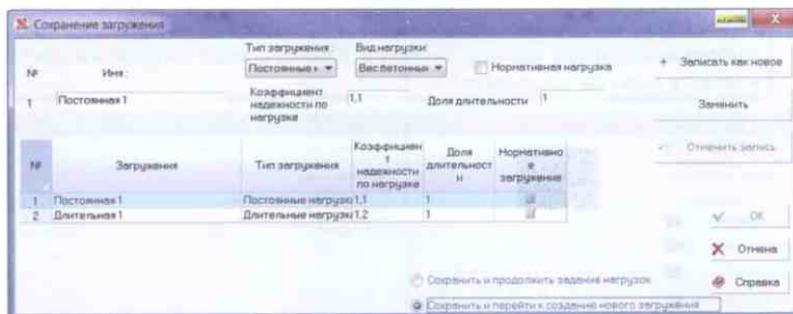


Рис. 4.4-15. Диалоговое окно **Сохранение загрузки**

В этом диалоговом окне необходимо задать имя загрузки, указать, выбрав из соответствующих списков, тип загрузки и вид нагрузки, а также назначить коэффициент надежности по нагрузке. Указывается также, что заданные нагрузки нормативные или расчетные. После завершения ввода данных нажать кнопку **Записать как новое** и тем самым зафиксировать появление нового задания. Информация о загрузке попадет в таблицу загружений диалогового окна.

Номер присваивается загрузке автоматически. Ввод имени загрузки не является обязательным, но эта информация позволяет лучше ориентироваться при анализе исходных данных и результатов расчета. Что касается данных о типе загрузки, виде нагрузки и коэффициенте надежности по нагрузке, то они будут использованы в качестве исходных данных расчетных сочетаний усилий (PCY).



Для завершения ввода текущего загрузки его необходимо сохранить (записать в проект). В противном случае загрузка не будет учтено при выполнении расчета.

Ввод следующего загрузки

В тех случаях, когда после записи (сохранения) текущего загрузки предполагается ввод нового загрузки, необходимо «очистить» расчетную схему от заданных нагрузок. Это будет выполнено автоматически, если перед выходом из диалогового окна **Сохранение загрузки** активировать опцию **Сохранить и перейти к созданию нового загрузки**. Если по какой-либо причине этого не сделать, то после записи загрузки в проект оно по-прежнему будет активным со всеми заданными в нем нагрузками.

Для того, чтобы в этой ситуации перейти к формированию нового загрузки следует воспользоваться операцией **Снять все нагрузки** — .

Создадим второе загрузку, которое включает временную нагрузку с пониженным нормативным значением. Воспользуемся ранее приведенной последовательностью действий и зададим нагрузки на элементы расчетной схемы, после чего сохраним загрузку, присвоив ему имя, тип и указав соответствующий вид нагрузки.

Сохранение и загрузка файлов проекта при работе с моделью

Если в процессе работы со схемой возникнет необходимость сохранить на диске ее текущее состояние, то для этого следует воспользоваться операцией **Сохранить**. Если необходимо текущее состояние схемы записать под другим именем, то в этом случае используется операция **Сохранить проект как ...**, доступная из раздела меню **Файл**. В последнем случае доступной для работы станет схема с новым именем.

При загрузке с диска расчетной схемы программа может выдать сообщение:

"Документ изменен с тех пор, как он был последний раз сохранен. Чтобы вернуться к сохраненной версии, закройте текущий документ и откройте его заново".

Это сообщение появляется в случае, когда пользователь в процессе модификации расчетной схемы делает попытку загрузить эту же схему с диска. При этом программа предлагает раньше сохранить на диске модифицированную схему, а затем выполнить ее загрузку. Если модифицированная схема по каким-либо причинам должна быть заменена схемой, хранящейся на диске, без сохранения текущего состояния модели, то активную схему необходимо закрыть с помощью операции **Закреть проект** в разделе меню **Файл**, после чего выполнить загрузку схемы с диска.

4.5. Расчет

*Математика, подобно жернову,
перемалывает лишь то, что под
него засыпают*

Т. ГЕКСЛИ

Введенных данных достаточно, чтобы выполнить расчет сформированной расчетной схемы. Скорее всего, простейшая задача будет задана без ошибок. Но при подготовке более сложных расчетных моделей желательно до расчета выполнить контроль сформированной схемы. Для этого используются специальные операции в разделе **Управление** инструментальной панели препроцессора. Формальный контроль расчетной схемы в процессе подготовки исходных данных выпол-

няется операцией **Экспресс-контроль схемы** (рис. 4.5-1) — , для расширенного контроля аналогичного контролю, выполняемого в процессе расчета, используется операция **Проверка**

готовности к расчету (рис. 4.5-2) — , а для контроля корректности формы и корректировки неудачных конечных элементов — операция **Корректировка конечных элементов** (рис. 4.5-3) —

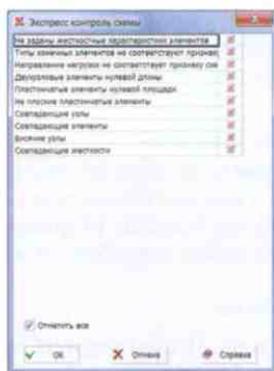


Рис. 4.5-1. Диалоговое окно **Экспресс-контроль схемы**

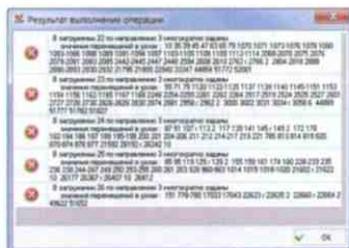


Рис. 4.5-2. Окно сообщений с результатами расширенного контроля

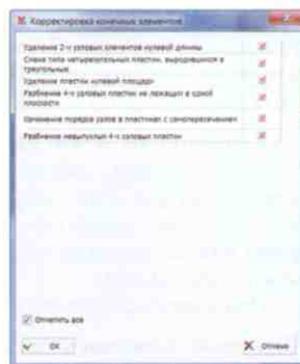


Рис. 4.5-3. Диалоговое окно **Корректировка конечных элементов**

Для выполнения расчета необходимо вернуться в **Дерево проекта**, для чего активируем закладку **Управление** в инструментальной панели и нажимем кнопку  — **Выйти в экран управления проектом (Дерево проекта)**.

Если позиция **Линейный** дерева проекта отмечена пиктограммой , то это означает, что расчетная схема готова для выполнения расчета. Если пиктограмма имеет вид , то расчет недоступен. Причиной этого, как правило, является полное или частичное отсутствие обязательных исходных данных. К ним относятся: нагрузки, жесткостные характеристики и, конечно, описание

геометрии расчетной схемы. В тех случаях, когда отсутствуют необязательные данные (например, описание шарниров, которых в схеме может не быть), пиктограмма соответствующей ветви **Дерева проекта** в разделе **Расчетная схема** содержит вопросительный знак .

В группе функций **Расчет** установим курсор в позицию **Линейный** и нажмем левую кнопку мыши (рис. 4.5-4). На экране появится диалоговое окно **Параметры расчета** (рис. 4.5-5), в котором выполняется настройка параметров управления расчетом. Подробное описание настроек приводится в последующих главах. Примем для расчета значения параметров, установленные по умолчанию, и нажмем кнопку **ОК**.

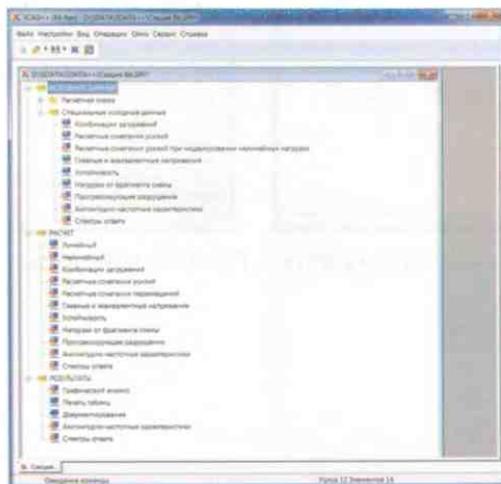


Рис. 4.5-4. *Дерево проекта*

Ход расчета отображается в специальном окне (рис. 4.5-6), в заголовке которого указано имя задачи. Окно состоит из трех полей, в первом из которых показана расчетная схема, во втором — профиль матрицы жесткости, а в третьем — протокол выполнения расчета. Если курсор мыши находится в первом поле (расчетная схема), то при нажатой левой клавише мыши пользователь может движением мыши производить вращение модели (двойной щелчок мыши вернет изображение в первоначальное состояние).

Кнопками в инструментальной панели этого окна вызываются следующие операции:



— **Закрывать окно расчета** — прекращается выполнение текущего расчета;



— **Приостановить расчет** — расчет приостанавливается;



— **Продолжить расчет** — продолжение расчета после остановки.

Протокол выполнения расчета содержит всю информацию о ходе расчета, возникших при этом ошибках и предупреждениях, а также данные о расчетной схеме. Для просмотра протокола используется одноименная операция , которая вызывается из инструментальной панели **Управление** пре- и постпроцессора или окна **Дерево проекта**.

4.6. Графический анализ результатов расчета

После завершения расчета и указания на кнопку **Заккрыть окно расчета** управление передается дереву проекта. Если расчет завершился успешно, то можно приступить к анализу полученного решения.

Установив курсор в позицию **Графический анализ** раздела **Результаты** дерева проекта и нажмем левую кнопку мыши. При этом активируется окно графического постпроцессора (рис. 4.6-1), инструментальная панель которого содержит закладки панелей отображения результатов расчета (перемещения, усилия и напряжения), а также результатов работы расчетных и конструирующих постпроцессоров — закладки **Постпроцессоры** (анализ нагрузок от фрагмента схемы, главных и эквивалентных напряжений и т. п.), **Сталь** (экспертиза элементов стальных конструкций), **Железобетон** (экспертиза элементов железобетонных конструкций).

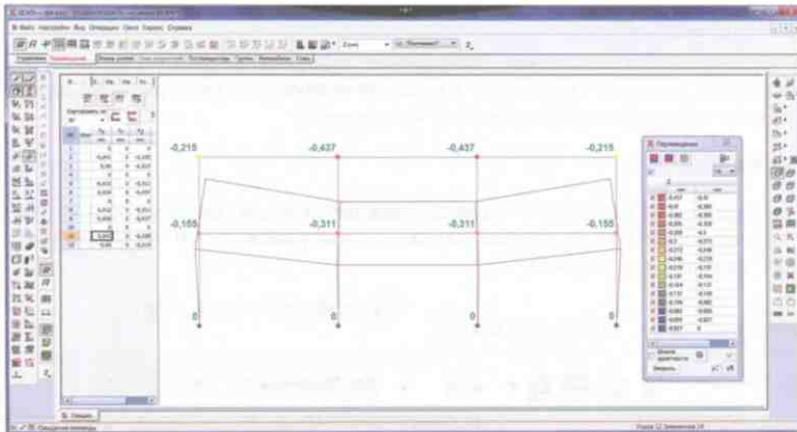


Рис. 4.6-1. Окно графического постпроцессора

Анализ перемещений

Анализ перемещений выполняется с помощью операций одноименного раздела (рис. 4.6-2) инструментальной панели. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- указанием на закладку активировать режим анализа перемещений;
- из списка **Выбор загрузки** выбрать анализируемое нагружение;
- в списке **Вид перемещений** выбрать направление перемещения;
- нажать кнопку вызова операции отображения результатов расчета (например, **Совместное отображение исходной и деформированной схемы** — рис. 4.6-1).

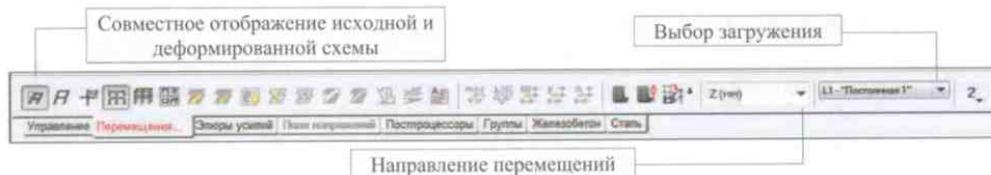


Рис. 4.6-2. Инструментальная панель режима анализа перемещений

Набор операций отображения позволяет получить различные формы представления результатов расчета перемещений. Каждой форме соответствует кнопка в инструментальной панели. При анализе перемещений от статических нагрузок в стержневых конструкциях можно воспользоваться кнопками:

-  — совместное отображение исходной и деформированной схем;
-  — отображение деформированной схемы;
-  — вывод значений перемещений в узлах;
-  — цветовая индикация величины перемещений в узлах;
-  — отображение схемы.

При этом допускается совместное отображение деформированной схемы и одного из видов цветовой индикации, например, на рис. 4.6-1 показана индикация в виде цветowych маркеров в узлах исходной схемы и деформированное состояние конструкции.

Анализ усилий

Поскольку независимо от режима в комплексе сохраняется преемственность функций управления, то анализ силовых факторов (в данном случае — построение эпюр) выполняется по тем же правилам, что и анализ перемещений.



Рис. 4.6-3. Инструментальная панель режима анализа усилий

Для отображения эпюр усилий в одноименной инструментальной панели (рис. 4.6-3) можно воспользоваться следующими операциями:

-  — эпюры усилий;
-  — цветовая индикация положительных значений усилий;
-  — цветовая индикация отрицательных значений усилий;
-  — отображение схемы.

На рис. 4.6-4 приведен пример отображения усилий в элементах рамы с помощью различных средств (эпюры и цветовая индикация) и в различных окнах. Создание новых окон выполняется с помощью соответствующей команды в разделе меню *Окно*. Правила использования многооконого режима приводятся в соответствующем разделе книги.

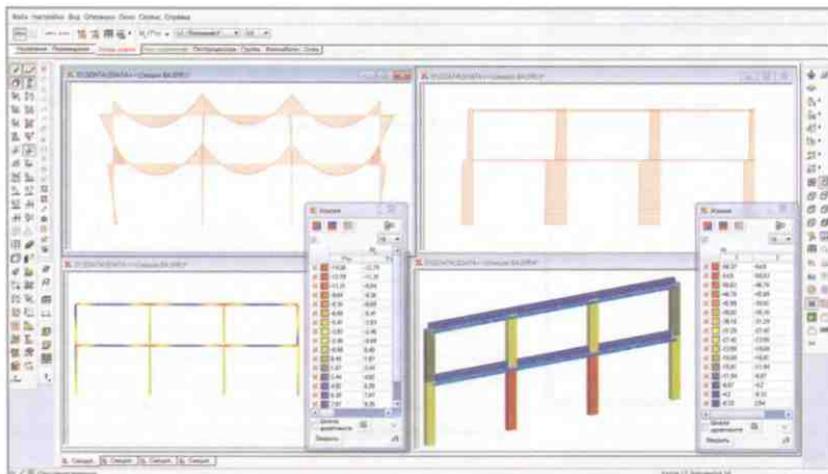


Рис. 4.6-4. Пример отображения силовых факторов в многооконном режиме

4.7. Формирование расчетной схемы из двумерных элементов

В этом разделе приводится пример формирования расчетной схемы из элементов оболочки. Рассматривается лежащая горизонтально прямоугольная оболочка, опертая по трем сторонам контура (рис. 4.7-1).



Рис. 4.7-1.

Аналогично предыдущему примеру, при создании схемы используется параметрическая модель, которая вызывается нажатием кнопки  — Генерация прямоугольной сетки конечных элементов на плоскости, расположенной в разделе Схема инструментальной панели (рис. 4.7-2).



Рис. 4.7-2.